

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-165053

(43)Date of publication of application : 27.06.1995

(51)Int.Cl.

B60T 8/66

(21)Application number : 05-318655

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.12.1993

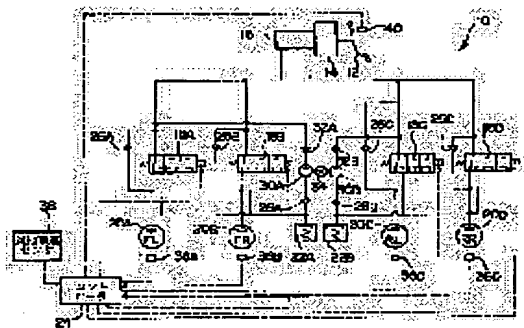
(72)Inventor : KADOSAKI SHIROU

## (54) ANTILOCK CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent the lock of a wheel without injuring braking performance by computing wheel speed to a target slip rate on the quantity of an offset between a slip rate and the target slip rate and car body speed as target wheel speed for controlling braking force.

**CONSTITUTION:** A slip rate SP at the time when a wheel acceleration in a decelerating direction equivalent to a difference between the reactive torque on the road surface and braking torque is more than fixed value decided on car body acceleration in the decelerating direction is computed in a controller 24 during the braking operation of a vehicle. In addition, an offset SC1 between the slip rate SP and a target slip rate SR where the coefficient of friction between a road surface and a wheel becomes maximum is set up on the car body acceleration in the decelerating direction. In addition, wheel speed at the target slip rate SR is computed on the slip rate SP the offset SC1 and the car body speed as the target wheel speed VR, and the braking torque acting on the wheel is controlled through a wheel cylinder 20 so that the wheel speed may agree with a target value VR.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3304575

[Date of registration]

10.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-165053

(43) 公開日 平成7年(1995)6月27日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

B 6 0 T 8/56

識別記号

片内整理番号

P I

技術表示箇所

C 7618-3H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平5-318655

(22) 出願日 平成5年(1993)12月17日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 門崎 司朗

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

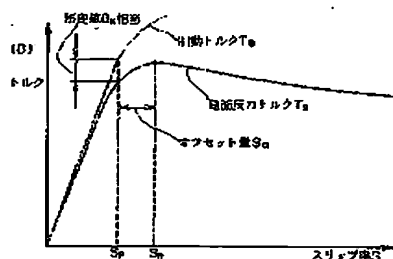
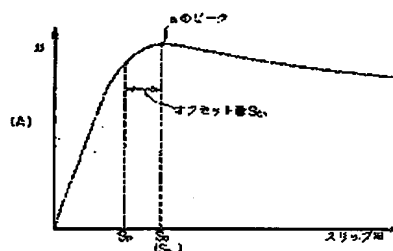
(74) 代理人 弁理士 中島 淳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 アンチロック制御装置

(57) 【要約】

【目的】 制動性能を損なうことなく車輪のロックを防止する。

【構成】 路面反力トルク $T_r$ と制動トルク $T_b$ との差に相当する減速方向の車輪加速度 $V_w$ が、減速方向の車体加速度に基づいて定めた所定値 $G_s$ 以上となったか否かを判定し、 $V_w$ が所定値 $G_s$ 以上となったときのスリップ率 $S_p$ を演算する。また、減速方向の車体加速度に基づいて、スリップ率 $S_p$ と、路面と車輪との摩擦係数 $\mu$ が最大となる目標スリップ率 $S_s$ とのオフセット $S_o$ を設定する。更にスリップ率 $S_p$ 、オフセット $S_o$ 及び車体速度 $V_c$ に基づいて、前記目標スリップ率 $S_s$ における車輪速度を目標車輪速度 $V_s$ として演算し、車輪速度 $V_w$ が目標値 $V_s$ に一致するように、制動装置により車輪に加えられる制動トルクを制御する。



(2)

特開平7-165053

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に基づいて定めた所定値以上となったときのスリップ率を演算する第1の演算手段と、

減速方向の車輪加速度及び減速方向の車体加速度の少なくとも一方に基づいて、前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率と、目標スリップ率と、のオフセット量を演算する第2の演算手段と、

前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記第2の演算手段によって演算されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標車輪速度として前記目標スリップ率における車輪速度を演算する第3の演算手段と、車輪速度が前記第3の演算手段によって演算された目標車輪速度に一致するように制動力を制御する制御手段と、

を含むアンチロック制御装置。

【請求項2】 前記第2の演算手段は、減速方向の車輪加速度が前記減速方向の車体加速度に応じて定まる所定値以上となった以降の期間における車輪加速度の大きさに基づいてオフセット量を演算する、

ことを特徴とする請求項1記載のアンチロック制御装置。

【請求項3】 車輪加速度に振動的な変化が生じているか否かを判断する判断手段と、

車輪加速度が極大となったときのスリップ率を演算するスリップ率演算手段と、

を更に備え、

前記第3の演算手段は、前記判断手段によって車輪加速度に振動的な変化が生じていると判断された場合には前記スリップ率演算手段によって演算されたスリップ率を目標スリップ率として目標車輪速度を演算する、

ことを特徴とする請求項1又は請求項2記載のアンチロック制御装置。

【請求項4】 前記制御手段が制動力を減少させている期間中の所定期間における減速方向の車輪加速度の大きさに基づいて前記オフセット量を補正する第1の補正手段を更に備え、

前記第3の演算手段は、前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記補正されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標スリップ率における車輪速度を演算する、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項記載のアンチロック制御装置。

2

\*【請求項5】 前記制御手段による制動力の増加が開始されてから所定時間経過した時点での車輪加速度が所定値以上の場合に、前記オフセット量が増加するように補正する第2の補正手段を更に備え、

前記第3の演算手段は、前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記補正されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標スリップ率における車輪速度を演算する、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項記載のアンチロック制御装置。

【請求項6】 制動装置が流体の圧力によって車輪に制動力を加える構成であり、

前記制御手段は、前記制動力として車輪に加わる流体の圧力を調整するために設けられた電磁バルブをオンオフさせ、かつオンオフのデューティ比を変換することにより前記流体の圧力を変化させて制動力を制御すると共に、前記流体の圧力の増加又は減少させる際に制動力を高速度に変化させる必要がない場合には、電磁バルブをオフから始まるパターンでオンオフさせる、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れか1項記載のアンチロック制御装置。

【請求項7】 車体速度を対地車速センサによって検出することを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項記載のアンチロック制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はアンチロック制御装置に係り、特に、車両制動時の車輪のロックを防止して車両の安全性を向上させるアンチロック制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】車両走行時にブレーキペダル等が操作されると、油圧ブレーキ装置等の制動装置により、前記ペダル等の操作量に応じた大きさの制動トルクが車輪に加えられる。この制動トルクにより車輪の外周速度が車体速度より低くなり（所謂スリップ）、車輪と路面との間にすべり摩擦が発生する。このすべり摩擦が制動力となり、車両は減速又は停止される。なお、スリップの度合いを表すスリップ率は、車体速度を $V_{cs}$ 、車輪の外周速度を $V_w$ 、とすると次の（1）式で定義される。

【0003】

【数1】

$$\text{スリップ率 } S = \frac{V_{cs} - V_w}{V_{cs}} \quad \dots (1)$$

【0004】ところで、制動力は車輪と路面との間の摩擦係数 $\mu$ （以下単に「 $\mu$ 」という）に依存し、 $\mu$ はスリップ率 $S$ に応じて変化する。一例として乾燥したアスファルトでは、 $\mu$ は図1（A）に示すように、スリップ率

$S$ が低いときにはスリップ率 $S$ に略比例して変化し、スリップ率 $S$ が所定値（一般に8～30%程度、図1に示す $S_s$ ）のときにピーク（制動力もピーク）となるが、更に高い制動トルクが加えられスリップ率 $S$ が前記所定値

(3)

特開平7-165053

3

4

$S_z$  を越えると低下する（これに伴って制動力も低下する）。この $\mu$ の低下に伴って制動力が低下し、制動距離の増大、スリップ率の増大によるタイヤのコーナリングフォースの大幅な低下等を引き、車両の安定性が低下する。そして、更に高い制動トルクが加えられると車輪がロックし（スリップ率 $S=1$ ）、車両の方向安定性及び操縦性が失われ、制御不能状態に陥る。

【0005】このような車両制動時における車輪のロックを防止し、かつ短い制動距離で車両を停止させるために、従来より種々の構成のアンチロック制御装置が提案されており、一例として、目標スリップ率として $\mu$ がピークとなるスリップ率を予め固定的に設定しておき、車輪速度から推定した車体速度及び目標スリップ率に基づいて目標車輪速度を演算し、車輪速度が目標車輪速度となるように制動トルクを制御する構成のアンチロック制御装置が提案されている。しかしながら、 $\mu$ がピークとなるスリップ率は路面状況等によって異なっているの

で、上記のように固定的に設定したスリップ率に基づいて制動トルクを制御しても種々の路面状況で常に最適な制動状態が得られるとは限らない。

【0006】また特開昭56-53943号公報には、車両制動時に所定周期で制動トルクの制御を行いながら車輪速度の変化に基づいて $\mu$ のピークを検出し、 $\mu$ のピークが2点検出された時点における各々の車輪速度 $V_{w1}$ 、 $V_{w2}$ に基づいて目標車輪速度の変化の傾きを求め、この傾きに基づいて次の制動周期における目標車輪速度を外挿により求める技術が示されている。

【0007】しかしながら、 $\mu$ のピークにおける車輪速度 $V_{w1}$ 、 $V_{w2}$ には検出誤差が含まれており、この誤差は車輪速度 $V_{w1}$ 、 $V_{w2}$ の検出時間間隔が大きくなるに従って増大するので、誤差の影響を少なくするためには、制動周期を短くし $\mu$ のピークの検出の回数を増やす必要がある。また、上記公報には車輪を短い制動周期でスキッド制御し、そのときの車輪の加速度、車輪荷重、制動トルクを検出し、運動方程式を解いて $\mu$ のピークを検出することが記載されているが、上記の $\mu$ のピーク検出方法では、公報の第5図より明らかなように、 $\mu$ のピークに対して $\mu$ がある程度変化するように制動トルクの大きさを変化させないと $\mu$ のピークを検出することはできない。従って、 $\mu$ のピークを検出するために制動性能が悪化するという問題があった。

【0008】本発明は上記事実を考慮して成されたもので、制動性能を損なうことなく車輪のロックを防止することができるアンチロック制御装置を得ることが目的である。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1記載の発明は、減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に基づいて定めた所定値以上となったときのスリップ率を演算する第1の演算手段と、減速方

向の車輪加速度及び減速方向の車体加速度の少なくとも一方に基づいて、前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率と、目標スリップ率と、のオフセット量を演算する第2の演算手段と、前記第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記第2の演算手段によって演算されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標車輪速度として前記目標スリップ率における車輪速度を演算する第3の演算手段と、車輪速度が前記第3の演算手段によって演算された目標車輪速度に一致するように制動力を制御する制御手段と、を含んで構成している。

【0010】また、請求項1記載の発明において、第2の演算手段は、減速方向の車輪加速度が前記減速方向の車体加速度に応じて定まる所定値以上となった以降の期間における車輪加速度の大きさに基づいてオフセット量を演算する、ことが好ましい。

【0011】また、請求項1又は請求項2記載の発明において、車輪加速度に振動的な変化が生じているか否かを判断する判断手段と、車輪加速度が極大となったときのスリップ率を演算するスリップ率演算手段と、を更に備え、第3の演算手段は、前記判断手段によって車輪加速度に振動的な変化が生じていると判断された場合には前記スリップ率演算手段によって演算されたスリップ率を目標スリップ率として目標車輪速度を演算する、ことが好ましい。

【0012】また、請求項1乃至請求項3の何れか1項記載の発明において、制御手段が制動力を減少させている期間中の所定時期における減速方向の車輪加速度の大きさに基づいてオフセット量を補正する第1の補正手段を更に備え、第3の演算手段は、第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記補正されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標スリップ率における車輪速度を演算する、ことが好ましい。

【0013】また、請求項1乃至請求項4の何れか1項記載の発明において、制御手段による制動力の増加が開始されてから所定時間経過した時点での車輪加速度が所定値以上の場合に、オフセット量が増加するように補正する第2の補正手段を更に備え、第3の演算手段は、第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記補正されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標スリップ率における車輪速度を演算する、ことが好ましい。

【0014】また、請求項1乃至請求項5の何れか1項記載の発明において、制動装置が流体の圧力によって車輪に制動力を加える構成であり、制御手段は、制動力として車輪に加わる流体の圧力を調整するために設けられた電磁バルブをオンオフさせ、かつオンオフのデューティ比を変更することにより前記流体の圧力を変化させて制動力を制御すると共に、前記流体の圧力の増加又は減少させる際に制動力を高速度で変化させる必要がない場合には、電磁バルブをオフから始まるパターンでオンオフさせる、ことが好ましい。

(4)

特開平7-165053

5

【0015】また、請求項1乃至請求項6の何れか1項記載の発明において、車体速度を対地車速センサによって検出することができる。

【0016】

【作用】車輪と路面との摩擦係数 $\mu$ と、スリップ率 $S$ との関係（以下、 $\mu-S$ 特性という）は路面状況に応じて変化する。ある路面状況（例えば乾燥したアスファルト）

$$I \cdot V_{\omega} = W \cdot \mu \cdot R - T,$$

上記（2）式において右辺の第1項は路面反力トルク $T$ を表している。車輪半径 $R$ は一定であるので、車輪荷重 $W$ を一定とすると路面反力トルク $T$ は図1（B）に示すようにスリップ率の変化に対して $\mu$ に比例して変化する。このピークに近い点ではスリップ率の増加に対する増加の傾きが徐々に緩やかになる（この点を変曲点という）。一方、制動トルクは前記変曲点付近でも傾きが殆ど変化しない。車輪加速度 $V_{\omega}$ は（2）式に示されるように路面反力トルク $T$ と制動トルク $T$ との差に相当し、スリップ率が変曲点を越えて増加すると値が急激に減少（負方向（減速方向）に増加）する。また、車輪に複数設けられた車輪の各々のスリップ率の差が小さいとすると、減速方向の車体加速度は路面反力トルクに略比例するとみなすことができる。

【0018】上記事項に基づき、請求項1記載の発明では、減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に基づいて定めた所定値以上となったときのスリップ率を第1の演算手段によって演算する。第1の演算手段によって演算されるスリップ率は $\mu$ が最大となるスリップ率と必ずしも一致しないが、前記所定値を減速方向の車体加速度に基づいて定めているので、第1の演算手段によって演算されたスリップ率は路面状況が同じであれば略一定の値となり、前記演算により減速方向の車体加速度が急激に増加する変曲点付近のスリップ率を得ることができる（例えば前記所定値を図1（B）に示す $G_c$ とすれば、スリップ率 $S_c$ が得られる）。また、第1の演算手段によって演算されたスリップ率と $\mu$ が最大となるスリップ率との差（図1（B）のオフセット量 $S_{\text{off}}$ ）についても、路面状況が同じであれば略一定の値となる。

【0019】このため、第2の演算手段では路面状況に応じて変化する減速方向の車体加速度及び減速方向の車輪加速度の少なくとも一方に基づいて、第1の演算手段によって演算されたスリップ率と、目標スリップ率（例えば路面と車輪との摩擦係数 $\mu$ が最大となるスリップ率）とのオフセット量を演算する。これにより、第2の演算手段により演算されたオフセット量を第1の演算手段で演算されたスリップ率に加えたスリップ率（目標スリップ率：図1（B）のスリップ率 $S_a$ ）を、目標スリップ率（例えば図1（A）の $\mu$ が最大となるスリップ率 $S_c$ ）とみなすことができる。

【0020】従って、第3の演算手段では、第1の演算手段によって演算されたスリップ率、第2の演算手段に

6

\*ト等）における $\mu-S$ 特性は略一定である。また、車輪のイナーシャを $I$ 、車輪加速度（ここでいう車輪加速度は、増速方向の符号を正とする車輪の外周速度の加速度である。以下同様）を $V_{\omega}$ 、車輪荷重を $W$ 、車輪半径を $R$ 、制動トルクを $T$ 。とすると、車輪に制動力を加えたときの運動方程式は次の（2）式で表される。

【0017】

$$\dots (2)$$

によって演算されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標車輪速度として目標スリップ率における車輪速度（ここでいう車輪速度は車輪の外周速度である。以下同様）を演算することができる。制御手段では車輪速度が前記演算された目標車輪速度に一致するように制動装置の制動力を制御するので、 $\mu$ が最大付近となる最適な制動を行うことができ、車輪のロックが防止される。

【0021】このように、本発明は従来のようにスリップ率を $\mu$ がピークとなる最適なスリップ率に対して変化させて $\mu$ のピークを検出するものではなく、 $\mu$ が最大となる以前に目標スリップ率（例えば $\mu$ が最大となるスリップ率）を推定し、実際のスリップ率が目標スリップ率に一致するように制御するものである。このため、 $\mu$ のピークを検出するために制動装置の制動性能が損なわれることはない。

【0022】なお、前述の（2）式の車輪加速度 $V_{\omega}$ は、正確には車体加速度に対する相対的な加速度（加速度偏差）であり、実際にセンサ等によって検出される車輪加速度は、実際には加速度偏差 $V_{\omega}'$ から更に車体加速度 $G_c$ を減じたものである（ $V_{\omega}'$ と区別するため、以下これを $G_c$ という）。車輪のイナーシャ $I$ と比較して車両の質量 $M$ は非常に大きく、非常に短い時間でみると車輪加速度に対し車体加速度は略一定とみなすことができるので、本発明に係る演算を行うにあたり、車輪加速度として $V_{\omega}'$ と $G_c$ の何れを用いてもよい。

【0023】ところで、前記第2の演算手段によるオフセット量の演算は、例えば請求項2に記載したように、減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に応じて定まる所定値以上となった以降の期間における車輪加速度の大きさに基づいて行うことが好ましい。具体的には、前記期間における車輪加速度の絶対値、或いは減速方向の車輪加速度と減速方向の車体加速度との差に基づいてオフセット量を演算することができる。前記変曲点を越えて制動力が増加されたときの車輪加速度の変化のしかたは $\mu$ 等の路面状況に依存する。従って、上記のようにしてオフセット量を演算することにより、路面状況の違いに起因する $\mu-S$ 特性曲線の形状の差異をオフセット量に反映することができるので、第2の演算手段によって演算されるオフセット量の精度が向上し、これに伴って、実際に $\mu$ が最大となるスリップ率に対する目標スリップ率の精度も向上する。これにより、路面状況に応じたより適切な制動を行うことができる。

(5)

特開平7-165053

7

8

【0024】ところで、アンチロック制御において、例えば急激にロックに移行しようとする状況が検出され、ロックを防止するために制動力を急激に減少させると、車輪加速度に振動的な変化（所謂車輪振動）が生ずることがある（図2（B）参照）ことが知られている。このような車輪振動が発生すると、車輪加速度が一時的に減速方向に所定値以上となって（例えば図2（A）のP、点）、第1の演算手段で新たなスリップ率の演算が行われ、目標スリップ率として不適切な値が設定されることがあった。目標スリップ率として不適切な値が設定されると、該不適切な目標スリップ率に基づいて制動力の制御が行われることによって制動性能が悪化する。

【0025】このため、請求項3に記載したように、車輪加速度に振動的な変化が生じているか否かを判断する判断手段、及び車輪加速度が極大となったときのスリップ率を演算するスリップ率演算手段を更に設け、第3の演算手段では、判断手段によって車輪加速度に振動的な変化が生じていると判断された場合には、スリップ率演算手段によって演算されたスリップ率を目標スリップ率として目標車輪速度を演算することが好ましい。

【0026】車輪振動が発生した場合、制動力（制動トルク）を減少させる前に図2（C）のA点の位置にあった路面反力トルクT、は、制動トルクの減少に伴ってA点から $\mu$ が最大となるB点を経由し、減少された制動トルクに釣り合うC点（変曲点付近）迄変化する。前述のように、車輪荷重W及び車輪半径Rを一定とすると路面反力トルクT、は $\mu$ が最大となるB点で最大となるので、（2）式よりB点において車輪加速度V、

（G、）も正方向の最大値となる。従って、請求項3記載の発明によれば、スリップ率演算手段により車輪加速度が極大、すなわち $\mu$ が最大となったとき（図2（B）のP、点）のスリップ率が演算されるので、車輪振動が発生した場合にも、目標スリップ率として $\mu$ が最大となるスリップ率を得ることができ、制動性能が悪化することが防止される。

【0027】また、上述したような制御を行っていても、路面状況が変化すると $\mu$ が最大となる制動に最適なスリップ率が変化し、目標スリップ率が前記最適スリップ率に対し大きく差異が生ずることがある。このため、請求項4に記載したように、制御手段が制動力を減少させている期間中の所定期間における減速方向の車輪加速度の大きさに基づいて前記オフセット量を補正する第1の補正手段を更に設け、第3の演算手段では第1の演算手段によって演算されたスリップ率、前記補正されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標スリップ率における車輪速度を演算することが好ましい。

【0028】制御手段では、実際の車輪速度が目標車輪速度を下回ったとき、すなわち実際のスリップ率が目標スリップ率を上回ったときに制動装置の制動力を減少させるが、このときの制動トルクと路面反力トルクとの差

は、目標スリップ率が最大となる最適なスリップ率と一致している場合と比較して、例えば目標スリップ率が $\mu$ が最適なスリップ率よりも低い場合には前記差が小さく、減速方向の車輪加速度も小さくなり、目標スリップ率が最適なスリップ率よりも低い場合には前記差が大きく、減速方向の車輪加速度も大きくなる。

【0029】従って、制御手段が制動力を減少させている期間における減速方向の車輪加速度に基づいて、現在設定している目標スリップ率が適切な値か否かを判断することができる。なお第1の補正手段は、制御手段によって制動力の減少が開始された時点での減速方向の車輪加速度に基づいてオフセット量を補正してもよいし、制動力の減少が開始されてから所定時間経過した時点での減速方向の車輪加速度に基づいて補正するようにしてもよい。これにより、路面状況が変化した場合にも補正されたオフセット量を用いて適切な目標スリップ率を設定することができ、常に最適な制動を行うことができる。

【0030】なお、路面状況が急に変化し、 $\mu$ が最大となる最適なスリップ率の値が低い路面から最適なスリップ率の値が高い路面に移った場合には、目標スリップ率及び目標車輪速度を短時間で大幅に変更し、制動力を大幅に増加させて制動を行うことが望ましいが、請求項1～請求項4に記載した制御では、目標車輪速度に対する実際の車輪速度の偏差に基づいて制動力の増加のゲインが決定されることになり、目標スリップ率が低ければ車輪速度の偏差も小さいので、 $\mu$ が最大となる最適なスリップ率が急に高くなったとしても目標スリップ率及び目標車輪速度の値を短時間で最適な値に変更することは困難である。

【0031】このため、請求項5に記載したように、制御手段による制動力の増加が開始されてから所定時間経過した時点での車輪加速度が所定値以上の場合に、オフセット量が増加するように補正する第2の補正手段を更に設け、第3の演算手段では前記補正されたオフセット量を用いて目標車輪速度を演算することが好ましい。 $\mu$ が最大となる最適なスリップ率の値が低い路面から最適なスリップ率の値が高い路面に移った場合、制御手段が制動力を増加させている状況であっても、制動力を減少させたときのように車輪加速度及び車輪速度が正方向（増速方向）に増大する。このため、上記により $\mu$ が最大となるスリップ率が急に高くなったとしても、車輪の加速度が所定値以上に増加することによってこれが検出され、オフセット量が増加するように補正されるので、上記のように路面状況が急に変化した場合にもこれに追従して最適な制動を行うことが可能となる。

【0032】一方、制動装置が流体の圧力によって車輪に制動力を加え、制御手段が制動力として車輪に加わる流体の圧力を調整するために設けられた電磁バルブをオンオフさせ、かつオンオフのデューティ比を変更することにより流体の圧力を変化させて制動力（車輪速度）を



(6)

特開平7-165053

9

10

制御する構成である場合、上述したような制御により実際のスリップ率が目標スリップ率付近に制御されているときには、一例として図18に示すように、車輪速度が目標車輪速度を僅かに越えて高く、或いは低くなっただけで電磁バルブの駆動モードが変更されて電磁バルブがオンオフされることになり、電磁バルブの作動により頻繁に音が発生して乗員に不快感を与えるという問題が生ずる。

【0033】このような場合には、請求項6に記載したように、流体の圧力の増加又は減少を開始する際に制動力を高速で変化させる必要がない場合には、制御手段は電磁バルブをオフから始まるパターンでオンオフさせることが好ましい。なお、制動力を高速で変化させる必要がない状況としては、 $\mu$ が比較的低く車体減速方向の加速度が比較的小さい場合等が挙げられる。このような状況で上記のように電磁バルブをオンオフさせると、目標車輪速度に対する車輪速度の変動量は若干大きくなるが、実際のスリップ率が目標スリップ率付近に制御されているときに電磁バルブがオンされる回数は大幅に減少するので、乗員が電磁バルブの作動より発生する音を不快と感じることを防止できる。

【0034】なお、上記発明において、車体速度は車輪速度から推定してもよいが、請求項7にも記載したように対地車速センサを用いて車体速度を検出するようにすれば、より精度の高い制御を行うことが可能となる。

【0035】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0036】(第1実施例) 図3には、本発明に係るアンチロック制御装置を含んで構成された車両の制動装置10が示されている。なお、図3では制動装置10の作動液を案内するための配管を省略で、信号線を破線で各々示している。制動装置10は車室内に配設されたブレーキペダル12を備えており、このブレーキペダル12はブースタ14を介してマスタシリンダ16に連結されている。本実施例ではマスタシリンダ16として、内部に2個の加圧室が直列に形成されたタンデム式のマスタシリンダを用いている。

【0037】マスタシリンダ16の2個の加圧室の一方は、電磁バルブ18A、18Bを介して、車両の左右の前輪に各々設けられたホイールシリンダ20A、20Bに各々連結されている。またマスタシリンダ16の2個の加圧室の他方は、電磁バルブ18C、18Dを介して、車両の左右の後輪に各々設けられたホイールシリンダ20C、20Dに各々連結されている。電磁バルブ18A、18Bにはリザーバ22Aが連結されており、電磁バルブ18C、18Dにはリザーバ22Bが連結されている。また、電磁バルブ18A～18Dはマイクロコンピュータ等を含んで構成されるコントローラ24に各々接続されている。

【0038】電磁バルブ18A～18Dは、通常はホイールシリンダ20をマスタシリンダ16と連通させると共にリザーバ22から遮断する増圧状態(図3に示す状態)となっているが、コントローラ24から入力される駆動信号に応じて、ホイールシリンダ20をマスタシリンダ16及びリザーバ22と遮断する保持状態、又はホイールシリンダ20をリザーバ22と連通させると共にマスタシリンダ16から遮断する減圧状態に切り替わるようになっている。

【0039】なお、図3では便宜上、電磁バルブ18A～18Dを3位置弁として示しているが、実際には、ノーマリオープン型の電磁開閉弁から成る増圧弁と、ノーマリクローズ型の電磁開閉弁から成る減圧弁と、の組合せで構成されており、増圧弁及び減圧弁への通電が停止されているときには増圧状態となり、増圧弁のみが通電されることによって保持状態となり、増圧弁及び減圧弁が通電されることによって減圧状態となる。以下では、電磁バルブ18を増圧状態、保持状態、減圧状態とするためにコントローラ24から出力される信号を、各々増圧信号、保持信号、減圧信号と称する。

【0040】マスタシリンダ16とホイールシリンダ20A～20Dとの間には、各々電磁バルブ18A～18Dと並列に逆止弁26A～26Dが設けられている。この逆止弁26により、ホイールシリンダ20内の作動液の逆流(制動力に対応)がマスタシリンダ16の加圧室内の液圧より高くなることが防止される。また、リザーバ22Aは逆止弁28A、ポンプ30A及び逆止弁32Aを介してマスタシリンダ16と連結されており、同様にリザーバ22Bも逆止弁28B、ポンプ30B及び逆止弁32Bを介してマスタシリンダ16と連結されている。ポンプ30A、30Bはモータ34によって駆動され、リザーバ22A、22B内の作動液はポンプ30A、30Bによって汲み上げられてマスタシリンダ16に供給される。

【0041】また、車両に取付けられた4個の車輪には、車輪と共に回転する回転体が各々取付けられており(図示省略)、各回転体の近傍には、回転体の周速(車輪速度 $V_w$ は回転体の周速に比例する)を検出する車輪速度センサ36A～36Dが設けられている。車輪速度センサ36A～36Dは各々コントローラ24に接続されており、検出結果をコントローラ24へ出力する。また、車両には対地車速センサ38が搭載されている。対地車速センサ38は超音波ドップラ式又は空間フィルタ式で車両の対地車体速度 $V_s$ を検出する。対地車速センサ38はコントローラ24に接続されており、検出した対地車速(車体速度) $V_s$ をコントローラ24に出力する。また、コントローラ24には、乗員によってブレーキペダル12が踏み込まれるとオンするブレーキスイッチ40が接続されている。

【0042】次に図4及び図5のフローチャートを参照

(7)

特開平7-165053

11

12

し本第1実施例の作用を説明する。図4のフローチャートのステップ100では各種のフラグ等の初期設定を行う。ステップ102では対地直速センサ38によって検出された車体速度 $V_{cs}$ を取り込む。更にステップ104では、ステップ102で取り込んだ車体速度 $V_{cs}$ に基づいて車体加速度 $G_{cs}$ を演算する。

【0043】次のステップ106では次のステップ108以降で行う処理の対象とする車輪を決定する。ステップ108では処理対象とした車輪に対応する車輪速度センサ36で検出された回転体の周速を取込み、車輪速度 $V_w$ を演算する。ステップ110では、ステップ108で取り込んだ車輪速度 $V_w$ に基づいて車輪加速度 $G_w$ を演算する。ステップ112では目標車輪速度 $V_t$ の演算を行う。この目標車輪速度 $V_t$ 演算処理について図5のフローチャートを参照して説明する。

【0044】ステップ150ではブレーキスイッチ40\*  

$$V_t = V_{cs} \times (1 - (S_f + S_{cl}))$$

なお、上記(3)式において「 $S_f + S_{cl}$ 」は目標スリップ率に相当する。従って、ブレーキペダル12が操作されていない場合には、基準スリップ率 $S_f$ の初期値 $S_{f,ini}$ を目標スリップ率として目標車輪速度 $V_t$ が演算される。

【0047】一方、ステップ150の判定が肯定された場合には、ステップ180で既に制動トルク（ブレーキ圧）の制御を行っている最中であるか否かを判定する。ステップ180の判定が否定された場合にはステップ200へ移行する。また、ステップ180の判定が肯定された場合には、ステップ190で現在増圧制御中であるか否か、すなわちブレーキ圧が増大するようにブレーキ圧\*

$$G_2 = G_{cs} - G_k$$

$G_k$ （図1も参照）は定数であり、例えば1G程度の値が設定される。なお、 $G_k$ の値は車輪のイナーシャに応じて変更することが好ましい。例えば非駆動輪のようにイナーシャが小さい車輪は、(2)式より明らかなように同一の制動トルクに対する減速方向の車輪加速度が大きい（車輪速度 $V_w$ が低下し易い）。従って、このような車輪については $G_k$ の値を大きくすれば、ステップ200の判定結果が否定から肯定に変化するタイミングが車輪のイナーシャの大小に応じて変化することを補正できる。

【0050】ステップ200の判定が否定された場合にはステップ230へ移行する。またステップ200の判定が肯定された場合には、ステップ210で(1)式に従いこの時点におけるスリップ率 $S$ を基準スリップ率 $S_f$ として演算する。次のステップ220では車体加速度 $G_{cs}$ に基づいてオフセット量 $S_{cl}$ を演算する。本第1実施例では図6に示すように車体加速度 $G_{cs}$ とオフセット量 $S_{cl}$ との関係がマップとして予め記憶されており、このマップを参照することによってオフセット量 $S_{cl}$ が導出される。次のステップ230では前述のように(3)

\*がオンしているか、すなわちブレーキペダル12が操作されているか否かを判定する。ステップ150の判定が否定された場合は、ステップ160で基準スリップ率 $S_f$ として予め定められた初期値 $S_{f,ini}$ を設定する。この初期値 $S_{f,ini}$ としては、一般的な路面において $\mu$ が最大となるスリップ率よりも高い値（例えば30%程度）が設定される。これにより、例えば $\mu$ が最大となる最適なスリップ率が非常に高い特殊な路面（例えば砂利路等）における制動時に、前記最適なスリップ率に到達するまでに時間がかかることが防止される。

【0045】次のステップ170ではオフセット量 $S_{cl}$ の初期値として「0」を設定し、ステップ230へ移行する。ステップ230では、目標車輪速度 $V_t$ を次の(3)式に従って演算する。

【0046】

$$\dots (3)$$

\*を制御している最中であるか否かを判定する。ステップ180の判定が否定された場合にはステップ230へ移行するが、ステップ190の判定が肯定された場合にはステップ200へ移行する。

【0048】ステップ200では、前回の制御周期において車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ よりも大きく（すなわち、減速方向の車輪加速度が所定値 $G_2$ より小）、かつ今回の制御周期では車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ 以下（減速方向の車輪加速度が所定値 $G_2$ 以上）となったか否かを判定する。なお、所定値 $G_2$ は車体加速度 $G_{cs}$ に基づいて次の(4)式によって算出される。

【0049】

$$\dots (4)$$

式に従って目標車輪速度 $V_t$ が演算されるが、ステップ210、220で演算された基準スリップ率 $S_f$ 及びオフセット量 $S_{cl}$ が用いられることにより、目標車輪速度 $V_t$ として $\mu$ が最大となるスリップ $S_t$ （図1参照）における車輪速度が設定されることになる。

【0051】上記のようにして目標車輪速度 $V_t$ が演算されると、図4のフローチャートのステップ114へ移行し、目標車輪速度 $V_t$ を微分（具体的には前回の制御周期で演算された目標車輪速度 $V_t$ の値から今回の制御周期で演算された目標車輪速度 $V_t$ を減算）することにより目標車輪加速度 $G_t$ を演算する。次のステップ116では目標車輪速度 $V_t$ 及び目標車輪加速度 $G_t$ を各々車輪速度 $V_w$ 、車輪加速度 $G_w$ と比較することによりモードの設定及びデューティ比の設定を行う。モードの設定は次の表1に従って行われる。

【0052】

【表1】

13

	$G_w < G_R$	$G_w > G_R$
$V_w > V_R$	増圧モード	
$V_w < V_R$	減圧モード	保持モード

【0053】なお、増圧モードはブレーキ圧を増圧して制動トルクを増大させるモード、減圧モードはブレーキ圧を減圧して制動トルクを減少させるモード、保持モードはブレーキ圧の増圧又は減圧を停止して制動トルクを一定値に保持させるモードである。表1では車輪速度 $V_w$ が目標車輪速度 $V_R$ より小さいにも拘わらず車輪加速度 $G_w$ が目標車輪加速度 $G_R$ よりも大きく（減速方向の加速度とすると目標車輪加速度 $G_R$ よりも小）なった場合には、減圧モードを中止して保持モードを実行するように定められている。これは、減圧により車輪加速度 $G_w$ が目標車輪加速度 $G_R$ と等しくなり車輪の運動の動的安定性が成立した以降は、ブレーキ圧を減圧する必要はなく過剰に減圧することを防止するためである。

【0054】また、デューティ比の設定は、車輪速度 $V_w$ と目標車輪速度 $V_R$ との偏差、又は車輪加速度 $G_w$ と目標車輪加速度 $G_R$ との偏差が大きくなるに従って、単位時間に占める電磁バルブ18のオン時間の割合（すなわちデューティ比）が高くなるように設定される。これにより、前記偏差が大きくなるに従ってブレーキ圧の増圧又は減圧の勾配の傾きが大きくされる。

【0055】次のステップ118では、車両の全ての車輪に対してステップ108～116の処理を行ったか否かを判定する。ステップ118の判定が否定された場合にはステップ106に戻り、処理対象車輪を変更して上記処理を繰り返す。上記のようにして設定されたモード及びデューティ比はメモリ等に記憶される。図4及び図5に示した処理と別に実行されるブレーキ制御ルーチンでは、メモリ等に記憶されたモード及びデューティ比を常時監視し、記憶されているモード及びデューティ比に応じて電磁バルブ18A～18Dのソレノイドに増圧信号又は減圧信号又は保持信号を出力する。

【0056】一方、図4のフローチャートでは全ての車輪に対して処理を行うとステップ120へ移行し、制動装置10に異常が発生したか否かを判定する。ステップ120の判定が否定された場合には、ステップ102に戻って上述の処理を繰り返す。また、制動装置10に異常が発生した場合には、ステップ122でインストルメントパネル等に設けられたランプを点灯させる等によって異常が発生したことを乗員に報知し、ステップ124でフェイルセーフ処理を行ってステップ102へ戻る。

【0057】このように、上記では $\mu$ が最大となる以前に $\mu$ が最大となる目標スリップ率 $S_R$ を推定し、実際のスリップ率が目標スリップ率 $S_R$ に一致するように制御

(8)

特開平7-165053

14

するので、 $\mu$ のピークを検出するために制動装置10の制動性能が損なわれることはない。

【0058】〔第2実施例〕次に本発明の第2実施例について説明する。なお、本第2実施例の構成は第1実施例の構成と同一であるので説明を省略し、以下、図7のフローチャートを参照し、本第2実施例に係る目標車輪速度演算処理において第1実施例と異なっている部分を説明する。

【0059】本第2実施例に係る目標車輪速度演算処理では、ブレーキスイッチ40がオフの場合（ステップ150の判定が否定）に、ステップ160の基準スリップ率 $S_c$ の初期設定及びステップ170のオフセット量 $S_{c1}$ の初期設定に加え、ステップ162で車輪加速度 $G_w$ と車体加速度 $G_{cs}$ との偏差を表すデータ $G_e$ （以下、加速度偏差 $G_e$ 、という）に初期値 $G_{e,init}$ を設定する。本第2実施例では、後述するようにオフセット量 $S_{c1}$ が加速度偏差 $G_e$ に基づいて算出されるので、初期値 $G_{e,init}$ は算出されたオフセット量 $S_{c1}$ の値が「0」にならないように、すなわち基準スリップ率 $S_c$ を目標スリップ率として目標車輪速度 $V_R$ が演算されることがないように値が定められている。

【0060】また、ステップ180の判定が否定された場合、又はステップ190の判定が肯定された場合には、ステップ192で車輪速度 $V_w$ 及び車体速度 $V_{cs}$ に基づいて、（1）式に従ってスリップ率 $S$ を演算し、ステップ200へ移行する。車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ 以下でない場合にはステップ200の判定が否定されてステップ204へ移行し、ステップ192で演算したスリップ率 $S$ を、基準スリップ率 $S_c$ に所定値 $S_{c1}$ を加算した基準値と比較し、前回の制御周期ではスリップ率が前記基準値未満で、かつ今回の制御周期ではスリップ率が前記基準値以上となったか否かを判定する。

【0061】ステップ204の判定が否定された場合にはステップ208で前述の加速度偏差 $G_e$ に基づいてオフセット量 $S_{c1}$ を演算する。本第2実施例では、例として図8に示すような加速度偏差 $G_e$ とオフセット量 $S_{c1}$ との関係が予めマップとして記憶されており、ステップ208ではこのマップを参照することによりオフセット量 $S_{c1}$ が演算される。上記により、ブレーキスイッチ40がオンされ、かつ車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ より大きい（減速方向の車輪加速度が所定値 $G_2$ より小さい）場合には、基準スリップ率 $S_c$ の初期値と、加速度偏差 $G_e$ の初期値に基づいて求められたオフセット量 $S_{c1}$ とに基づいて目標車輪速度 $V_R$ が演算される。

【0062】また、車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ 以下（減速方向の車輪加速度が所定値 $G_2$ 以上）になるとステップ200の判定が肯定され、ステップ202で基準スリップ率 $S_c$ としてステップ192で演算されたスリップ率 $S$ を設定してステップ192へ移行する。従って、車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G_2$ 以下になると、車輪加

(9)

特開平7-165053

15

速度 $G_n$ が所定値 $G_s$ 以下になった時点でのスリップ率と、加速度偏差 $G_a$ の初期値に基づいて求められたオフセット量 $S_{c1}$ とに基づいて目標車輪速度 $V_n$ が演算される。更に、スリップ率 $S$ が基準スリップ率 $S_b$ に所定値 $S_c$ を加算した基準値以上になるとステップ204の判定が肯定され、ステップ206で加速度偏差 $G_a$ として、車輪加速度 $G_n$ から車体加速度 $G_{cs}$ を減算した値を設定する。これによりステップ208ではステップ206で設定された加速度偏差 $G_a$ に基づいてオフセット量 $S_{c1}$ が新たに演算され、該新たに演算されたオフセット量 $S_{c1}$ を用いて目標車輪速度 $V_n$ が演算される。

【0063】図8より明らかなように、オフセット量 $S_{c1}$ は加速度偏差 $G_a$ が大きくなるに従って値が小さくなるように設定される。従って、図9(A)に示す一般的な $\mu$ - $S$ 特性曲線と比較して、図9(B)に示すように実際の $\mu$ - $S$ 特性曲線の形状がピーキー( $\mu$ が最大となる点を頂点とする「山」の形状が急峻)であった場合には加速度偏差 $G_a$ の値が大きいため、これに応じてオフセット量 $S_{c1}$ の値が小さくされ、図9(C)に示すように実際の $\mu$ - $S$ 特性曲線の形状がなだらかな(前記「山」の形状がなだらかな)であった場合には加速度偏差 $G_a$ の値が小さいので、これに応じてオフセット量 $S_{c1}$ の値が大きくなる。従って、 $\mu$ が最大となるスリップ率に対する目標スリップ率 $S_b$ の幅度が向上し、路面状況に応じたより適切な制動が行われることになる。

【0064】(第3実施例)次に本発明の第3実施例について説明する。なお、本第3実施例の構成についても第1実施例と同一であるので説明を省略し、図10のフローチャートを参照し、本第3実施例に係る目標車輪速度演算処理について第1実施例と異なっている部分についてのみ説明する。

【0065】本第3実施例では、まずステップ146において、前回の制御周期で演算された車輪加速度 $G_{n(n-1)}$ が、車輪加速度 $G_n$ の正方向のピーク(極大値、図2のP<sub>1</sub>点参照)であったか否かを判定する。この判定は、今回の制御周期における車輪加速度 $G_{n(n)}$ が前回の制御周期における車輪加速度 $G_{n(n-1)}$ よりも小さく、かつ前回の制御周期における車輪加速度 $G_{n(n-1)}$ が前回の制御周期における車輪加速度 $G_{n(n-2)}$ 以上であるか否かを判定することにより行われる。ステップ146の判定が否定された場合にはステップ150へ移行するが、ステップ146の判定が肯定された場合には、ステップ148で前回の制御周期におけるスリップ率 $S_{c(n-1)}$ をスリップ率 $S_{c1}$ として記憶した後にステップ150へ移行する。

【0066】従って、目標車輪速度演算処理が繰り返す\*

$$V_n = V_{cs} \times (1 - (S_b + S_{c1} + S_{c2})) \quad \dots (5)$$

なお、 $S_{c2}$ はオフセット量 $S_{c1}$ を補正するための補正値であり、図4のフローチャートのステップ100で「0」に初期設定される。

16

\*実行されることにより、スリップ率 $S_{c1}$ には、常に最新の車輪加速度 $G_n$ の正方向のピークにおけるスリップ率が設定される。

【0067】また、本第3実施例ではステップ200の判定が肯定された場合に、ステップ201で車輪振動中であるか、すなわち車輪の加速度に振動的な変化が生じているか否かを判定する。車輪振動の発生の有無は、例えば車輪加速度 $G_n$ の時間的な変化を監視し、その周期及び振幅に基づいて判断することができる。ステップ201の判定が否定された場合には、第1実施例と同様にステップ210、220の判定を順次行ってステップ230へ移行するが、ステップ201の判定が肯定された場合には、ステップ222で基準スリップ率 $S_b$ として前述のスリップ率 $S_{c1}$ を設定し、ステップ224でオフセット量 $S_{c1}$ を「0」にしてステップ230へ移行する。

【0068】作用の項で説明したように、車輪振動が発生した場合、路面反力トルク $T_r$ は制動トルクの減少に伴って減少された制動トルクに釣り合う点で変化するが、車輪加速度 $G_n$ は $\mu$ が最大となるスリップ率において正方向の最大値となる。従って、上記により車輪振動が発生した場合にも目標スリップ率 $S_b$ として $\mu$ が最大となるスリップ率が設定され、この目標スリップ率 $S_b$ に基づいて目標車輪速度 $V_n$ が演算されるので、制動性能が悪化することを防止できる。

【0069】(第4実施例)次に本発明の第4実施例について説明する。なお、本第4実施例の構成も第1実施例と同一であるので説明を省略し、図11のフローチャートを参照して本第4実施例に係る目標車輪速度演算処理について説明する。

【0070】ステップ232では基準スリップ率 $S_b$ 及びオフセット量 $S_{c1}$ の演算を行う。具体的には、第1～第3実施例で説明した目標車輪速度演算ルーチンの何れかにおけるステップ230より前の処理を行うことにより実現できる。次のステップ234では、前回の制御周期で設定されていたモードが減圧モードではなく、かつ今回の制御周期で設定されているモードが減圧モードであるか否か、すなわち減圧モードに切り替わったか否かを判定する。第1実施例で説明したように、減圧モードは、車輪速度 $V_n$ が目標車輪速度 $V_n$ よりも小さくなるか、車輪加速度 $G_n$ が目標車輪加速度 $G_n$ よりも小さくなると切り替わる。

【0071】ステップ234の判定が否定された場合には、ステップ246で次の(5)式に従って目標車輪速度 $V_n$ を演算する。

【0072】

【0073】一方、ステップ234の判定が肯定された場合には、ステップ236で車輪加速度 $G_n$ が車輪加速度の上限(減速方向の車輪加速度の下限)として設定さ

(10)

特開平7-165053

17

れた基準値 $G$ 、よりも小さいか否かを判定する。基準値 $G$ は車体加速度 $G_{cs}$ から所定値（例えば $0.5G$ ）を減算することにより求められる。ステップ236の判定が否定された場合は、減速方向の車輪加速度が小さく、図12(B)に示すように加速度偏差 $G_a$ が小さいので、 $\mu$ が最大となる適正なスリップ率に対し目標スリップ率 $S_a$ が過小であると判断できる。なお、図12では路面反力トルクと制動トルクとの差を便宜的に加速度偏差 $G_a$ として示している。従って、ステップ236の判定が否定された場合にはステップ238で補正量 $S_{c2}$ に所定値 $S_a$ を加算し、ステップ246へ移行する。

【0074】なお、所定値 $S_a$ は一定値としてもよいし、車輪加速度 $G_w$ の絶対値、或いは加速度偏差 $G_a$ の大きさが小さくなるに従って値が大きくなるように変化させてもよい。(5)式では目標スリップ率 $S_a$ が $S_a + S_{c1} + S_{c2}$ に相当するので、ステップ238で補正量 $S_{c2}$ に所定値 $S_a$ を加算されることにより、目標スリップ率 $S_a$ の値が大きくなるように補正されたことになる。

【0075】また、ステップ236の判定が肯定された場合にはステップ240で車輪加速度 $G_w$ が車輪加速度の下限（減速方向の車輪加速度の上限）として設定された基準値 $G$ 、よりも小さいか否かを判定する。基準値 $G$ は車体加速度 $G_{cs}$ から、前記基準値 $G$ で用いた所定値よりも値の大きい所定値（例えば $2.0G$ ）を減算することにより求められる。ステップ240の判定が否定された場合は、減速方向の車輪加速度が大きく、図12(C)に示すように加速度偏差 $G_a$ が大きいため、 $\mu$ が最大となる適正なスリップ率に対し目標スリップ率 $S_a$ が過大であると判断できる。

【0076】このため、ステップ240の判定が否定された場合にはステップ242で補正量 $S_{c2}$ から所定値 $S_a$ を減算し、ステップ246へ移行する。なお、所定値 $S_a$ についても一定値としてもよいし、車輪加速度 $G_w$ の絶対値、或いは加速度偏差 $G_a$ の大きさが大きくなるに従って値が大きくなるように変化させてもよい。これにより目標スリップ率 $S_a$ の値が小さくなるように補正されたことになる。

【0077】また、ステップ240の判定が否定された場合には、車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G$ よりも小さく所定値 $G$ 、以上であるので、図12(A)に示すように目標スリップ率 $S_a$ が適正であると判断し、ステップ244で補正量 $S_{c2}$ を「0」にしてステップ246へ移行する。

【0078】上記により、路面状況が変化した場合には、減圧モードに切り替わったときの車輪加速度 $G_w$ に基づいて設定された補正量 $S_{c2}$ によって目標スリップ率 $S_a$ が補正され、この補正された目標スリップ率 $S_a$ で目標車輪速度 $V$ が演算されるので、路面状況が変化した場合にも常に最適な制動を行うことができる。

18

【0079】なお、上記では減圧モードに切り替わったときの車輪加速度 $G_w$ に基づいて補正量 $S_{c2}$ を設定するようにしていたが、これに限定されるものではなく、例えば図13に示すように減圧モードに切り替わってから所定時間経過した後（図13では $t_{msec}$ 経過した後）の車輪加速度 $G_w$ に基づいて補正量 $S_{c2}$ を設定するようにしてもよい。

【0080】例えば、図13では車輪加速度 $G_w$ の適正な値をAとし、減圧モードに切り替わってから $t_{msec}$ 経過した後の車輪加速度 $G_w$ がA又はA近傍の値であれば補正量 $S_{c2}$ を「0」とするが、車輪加速度 $G_w$ がAよりも所定値以上大きい（例えばB点）場合には、目標スリップ率 $S_a$ が過小であると判断して補正量 $S_{c2}$ の符号を正とする。また、車輪加速度 $G_w$ がAよりも所定値以上小さい（例えばC点）場合には、目標スリップ率 $S_a$ が過大であると判断して補正量 $S_{c2}$ の符号を負とする。このような処理によっても、目標スリップ率 $S_a$ を路面状況に対応した値に補正することが可能である。

【0081】〔第5実施例〕次に本発明の第5実施例について説明する。なお、本第5実施例の構成も第1実施例と同一であるので説明を省略し、図14のフローチャートを参照して本第5実施例に係る目標車輪速度演算処理について説明する。

【0082】ステップ250では基準スリップ率 $S_a$ 、オフセット量 $S_{c1}$ 及び補正量 $S_{c2}$ の演算を行う。具体的には、先の第4実施例で説明した目標車輪速度演算ルーチンにおけるステップ246より前の処理を行うことに実現できる。次のステップ252では、現在増圧モードが設定されているか否かを判定する。ステップ252の判定が否定された場合には、ステップ254で増圧カウンタ $T$ の値を「0」にしてステップ264へ移行する。ステップ264では図11のフローチャートのステップ246と同様に(5)式に従って目標車輪速度 $V$ を演算する。

【0083】一方、ステップ252の判定が肯定された場合には、ステップ256で増圧カウンタ $T$ の値をカウンタアップし、次のステップ258では増圧カウンタ $T$ の値が所定値 $T_1$ 以上となったか否かを判定する。なお、所定値 $T_1$ には一例として「10」程度の値が設定される。ステップ258の判定が否定された場合には前記と同様にステップ264へ移行する。また、図14のフローチャートが $T_1$ 回以上実行されている間、常に増圧モードが設定されていた場合にはステップ258の判定が肯定され、ステップ260で車輪加速度 $G_w$ が所定値 $G$ よりも大きいと否かを判定する。なお、所定値 $G$ は一定値であり、例えば $\pm 2.5G$ 程度の値が設定される。

【0084】増圧モードでは制動トルクを増加させているので、路面状況が一定であれば車輪加速度 $G_w$ が正方向となることはない。従って、通常はステップ260の判定が否定され、ステップ264で前記と同様に目標車

(11)

特開平7-165053

19

20

輪速度 $V_a$ が演算される。しかしながら、路面状況が急に変化し、 $\mu$ が最大となる最適なスリップ率の値が低い路面（例えば降雪路等）から最適なスリップ率の値が高い路面（例えば乾燥したアスファルト等）に移った場合には、増圧モードであっても制動トルクを減少させたときのように車輪加速度 $G_a$ が増大して符号が正となり、ステップ260の判定が肯定される。

【0085】ステップ260の判定が肯定された場合には、前述の路面状況の変化に追従するようにステップ262で補正値 $S_{c1}$ に所定値 $S_c$ を加算する。これにより目標スリップ率 $S_a$ の値が大きくなるように補正されたことになり、変化した路面状況に対応して補正した目標スリップ率 $S_a$ に基づいて目標車輪速度 $V_a$ が演算される。従って、上記のように路面状況が急に変化した場合にも、これに追従して最適な制動を行うことができる。

【0086】なお、上記の制御は、 $\mu$ が最大となる最適なスリップ率の値が低い路面から最適なスリップ率の値が高い路面に移った場合に有効であるが、上記と逆に $\mu$ が最大となる最適なスリップ率の値が高い路面から最適なスリップ率の値が低い路面に移った場合には、これに伴って制動トルクが大幅に減少されるので、その反動によって車輪加速度 $G_a$ に正方向のピークが生じ、第3実施例で説明した制御によって適切な目標スリップ率が設定されることになる。

【0087】また、ステップ260における、車輪加速度 $G_a$ が所定値 $G_c$ よりも大きいかなんかの判定に代えて、車輪加速度 $G_a$ が所定値 $G_c$ よりも大きく、かつ車輪加速度 $G_a$ の変化（具体的には前回の制御周期における車輪加速度 $G_{a(n-1)}$ と今回の制御周期における車輪加速度 $G_{a(n)}$ との偏差）が所定値以上かなんかを判定し、判定が肯定された場合に、ステップ262を実行するようにしてもよい。

【0088】〔第6実施例〕次に本発明の第6実施例について説明する。なお、本第6実施例の構成も第1実施例と同一であるので説明を省略し、図15のフローチャートを参照して本第6実施例に係るモード・デューティ比設定処理について説明する。なお、図15のフローチャートは、本第6実施例において図4のステップ116の処理に代えて実行されるモード・デューティ比設定処理を示している。

【0089】ステップ300では、図4のフローチャートのステップ116と同様の処理が行われる。すなわち、目標車輪速度 $V_a$ 及び目標車輪加速度 $G_a$ を各々車輪速度 $V_a$ 、車輪加速度 $G_a$ と比較し表1に従ってモードの設定を行うと共に、車輪速度 $V_a$ と目標車輪速度 $V_a$ との偏差、又は車輪加速度 $G_a$ と目標車輪加速度 $G_a$ との偏差が大きくなるに従って値が高くなるようにデューティ比を設定する。また、ブレーキスイッチ40がオンされていない場合には非制御中とし通常モードを設定

する。

【0090】次のステップ302では既に制動トルク（ブレーキ圧）の制御を行っている最中であるかなんかを判定する。ステップ302の判定が肯定された場合にはステップ304へ移行し、現在設定されているモードが保持モードかなんかを判定する。ステップ302の判定が否定されるか又はステップ304の判定が肯定された場合には、何ら処理を行うことなくモード・デューティ比設定処理を終了する。一方、現在設定されているモードが増圧モード又は減圧モードであった場合にはステップ304の判定が否定され、ステップ306で今回の制御周期が制御初回であるかなんかを、すなわち前回の制御周期ではブレーキ圧の制御を行っておらず、かつ今回の制御周期でブレーキ圧の制御を開始したかなんかを判定する。

【0091】ステップ306の判定が否定された場合には、ステップ308で目標車輪速度演算ルーチンで演算された目標スリップ率 $S_a$ が所定値 $S_c$ 以下であるかなんかを判定する。なお所定値 $S_c$ としては、例えば路面が乾燥したアスファルトの場合に $\mu$ が最大となるスリップ率よりも低い値が設定される。ステップ308の判定が肯定された場合には目標スリップ率 $S_a$ として低い値が設定されているので、路面は $\mu$ が最大となるスリップ率が低い、所謂低 $\mu$ 路であると判断できる。ステップ310では車輪加速度の絶対値 $|G_a|$ が所定値 $G_c$ よりも小さいかなんかを判定する。

【0092】このステップ310の判定が肯定された場合には、制御初回でなく、かつ路面が低 $\mu$ 路であり、かつ車輪加速度の絶対値が小さいので、ブレーキ圧を高速で変化させる必要はないと判断し、ステップ312で電磁バルブの駆動パターンとしてオフ（ブレーキ圧の保持）から始まるパターン（図16（B）参照）を設定する。一方、ステップ306の判定が肯定されるか、ステップ308又はステップ310の判定が否定された場合には、ブレーキ圧を高速で変化させる必要があると判断し、ステップ314で電磁バルブ18を通常のパターン、すなわちオンから始まるパターン（図16（A）参照）を設定する。ブレーキ圧制御ルーチンでは、ステップ312又はステップ314で設定された駆動パターンに従って電磁バルブ18のソレノイドを駆動する。

【0093】上記の制御を行ったときのブレーキ圧の変化を図17（A）に示す。図中のブレーキ圧の変化曲線において上側に生じているパルス状のピークは増圧信号によりブレーキ圧が増圧されたことを表しており、下側に生じているパルス状のピークは減圧信号によりブレーキ圧が減圧されたことを表している。これを従来の制御による制御結果を示す図17（B）と比較すると、パルス状のピークの発生頻度が大幅に低下していることが明らかである。

【0094】このパルス状のピークにおいて、ソレノイドの状態が切り替わって作動音が発生すると共に制動装

(12)

特開平7-165053

21

置10の作動液（例えばブレーキフルード）の液圧が急激に変化して衝撃音が発生するため、本実施例の制御により電磁バルブ18のオンオフにより発生する衝撃音等の発生頻度を低減させることができ、乗員に不快感を与えることを防止できることが理解できる。

【0095】なお、上記では車体速度 $V_{cs}$ を対地車速センサ38によって検出するようにしていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、車体速度 $V_{cs}$ を車輪速度 $V$ から推定により求めるようにしてもよい。但し、車体速度 $V_{cs}$ を推定により求める場合には、誤差の影響を排除するためにより短い周期で処理を行う必要がある。コントローラ24に加わる負荷が増大する。

【0096】また、上記実施例では車輪加速度として加速度偏差 $V_{\cdot}$ （(2)式で定義される車輪加速度）に減速方向の車体加速度 $G_{cs}$ を加えた車輪加速度 $G_{\cdot}$ を用いて演算していたが、車輪加速度として加速度偏差 $V_{\cdot}$ を用いて演算しても良いことは言うまでもない。

【0097】また、上述の実施例では路面反力トルク（及び $\mu$ ）の変化を車輪加速度から検知するようにしているが、正確には（2）式から明らかなように、車輪加速度（すなわち加速度偏差 $V_{\cdot}$ ）は路面反力トルクと制動トルクとの差に比例する。従って、制動トルクが変化すると路面反力トルク（及び $\mu$ ）の推定の精度が低下する。上記実施例では制動トルクの変化が十分に小さいものとして車輪加速度から目標スリップ率 $S_a$ を決定しているが、より精密な路面状況の推定を行う必要がある場合には、制動装置10の作動液圧を検出して制動トルクを求め、この制動トルクを用いて目標スリップ率 $S_a$ を決定するようにしてもよい。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明は、減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に基づいて定めた所定値以上となったときのスリップ率を演算すると共に、前記演算されたスリップ率と、目標スリップ率と、のオフセット量を演算し、前記演算されたスリップ率、前記演算されたオフセット量及び車体速度に基づいて、目標車輪速度として前記目標スリップ率における車輪速度を演算し、車輪速度が前記演算された目標車輪速度に一致するように制動力を制御するようにしたので、制動性能を損なうことなく車輪のロックを防止することができる。という優れた効果が得られる。

【0099】また請求項2に記載したように、減速方向の車輪加速度が減速方向の車体加速度に応じて定まる所定値以上となった以降の期間における車輪加速度の大きさに基づいてオフセット量の演算を行うようにすれば、上記効果に加え、路面状況に応じたより適切な制動を行うことができる。という優れた効果が得られる。

【0100】また請求項3に記載したように、車輪加速度に振動的な変化が生じているか否かを判断すると共に車輪加速度が極大となったときのスリップ率を演算し、

22

車輪加速度に振動的な変化が生じていると判断された場合には前記演算された車輪加速度が極大となったときのスリップ率を目標スリップ率として目標車輪速度を演算するようにすれば、上記効果に加え、車輪振動が発生した場合にも制動性能が悪化することを防止できる。という優れた効果が得られる。

【0101】また請求項4に記載したように、制御手段が制動トルクを減少させている期間中の所定時期における減速方向の車輪加速度の大きさに基づいてオフセット量を補正し、該補正されたオフセット量を用いて目標スリップ率における車輪速度を演算するようにすれば、上記効果に加え、路面状況の変化に拘わらず適正な目標スリップ率を設定することができ、常に最適な制動を行うことができる。という優れた効果が得られる。

【0102】また請求項5に記載したように、制御手段による制動トルクの増加が開始されてから所定時間経過した時点での車輪加速度が所定値以上の場合に、オフセット量が増加するように補正し、該補正されたオフセット量を用いて目標スリップ率における車輪速度を演算するようにすれば、上記効果に加え、路面状況が急に変化し、 $\mu$ が最大となるスリップ率の値が低い路面から $\mu$ が最大となるスリップ率の値が高い路面に移った場合にも、これに追従して最適な制動を行うことが可能となる。という優れた効果が得られる。

【0103】また請求項6に記載したように、制御手段が、流体の圧力の増加又は減少を開始する際に制動力を高速度に変化させる必要がない場合に、電磁バルブをオフから始まるパターンでオンオフさせるようにすれば、上記効果に加え、電磁バルブがオンされる回数が大幅に減少し、乗員が電磁バルブの作動により発生する音を不快と感じることを防止できる。という優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作用を説明するための、（A）はスリップ率 $S$ の変化に対する $\mu$ の変化を示す線図、（B）はスリップ率の変化に対する路面反力トルク $T$ 、及び制動トルク $T_{\cdot}$ の変化を示す線図である。

【図2】本発明の作用を説明するための、車輪振動発生時における、（A）は車輪速度、（B）は車輪加速度、（C）は路面反力トルク $T$ 、の変化を各々示す線図である。

【図3】本実施例に係る制動装置の概略構成図である。

【図4】アンチロック制御の概要を説明するためのフローチャートである。

【図5】第1実施例に係る目標車輪速度演算処理を説明するフローチャートである。

【図6】第1実施例においてオフセット量 $S_{cs}$ を設定するためのマップの内容を表す線図である。

【図7】第2実施例に係る目標車輪速度演算処理を説明するフローチャートである。

(13)

特開平7-165053

23

【図8】第2実施例においてオフセット量 $S_{c1}$ を設定するためのマップの内容を表す線図である。

【図9】第2実施例において、(A)は $\mu$ -S特性曲線が一般的な形状の場合、(B)は $\mu$ -S特性曲線がピーキーな場合、(C)は $\mu$ -S特性曲線がなだらかな場合において、設定されるオフセット量 $S_{c1}$ の大きさ及び目標スリップ率 $S_g$ を各々示す線図である

【図10】第3実施例に係る目標車輪速度演算処理を説明するフローチャートである。

【図11】第4実施例に係る目標車輪速度演算処理を説明するフローチャートである。

【図12】(A)は目標スリップ率が適正、(B)は目標スリップ率が過小、(C)は目標スリップ率が過大の各々の場合における加速度偏差の大きさ(車輪加速度 $G_w$ の大きさ)を示す線図である。

【図13】第4実施例のバリエーションとして、減圧モードに切り替わってから所定時間経過した後の車輪加速度の大きさに基づいて補正量 $S_{c2}$ を設定する場合を説明するための線図である。

【図14】第5実施例に係る目標車輪速度演算処理を説明するフローチャートである。

\*

\*【図15】第6実施例に係るモード・デューティ比設定処理を説明するフローチャートである。

【図16】電磁バルブのソレノイドの駆動パターンとして、(A)は通常のパターン、(B)はブレーキ圧を高速で変化させる必要がない場合のパターンを示す線図である。

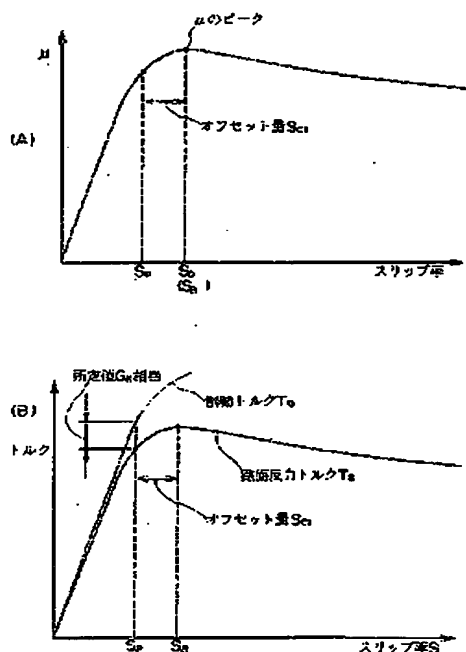
【図17】(A)は第6実施例の制御によるブレーキ圧の変化を示す線図、(B)は従来の制御によるブレーキ圧の変化を示す線図である。

【図18】従来の問題点として、車輪速度 $V_w$ が目標車輪速度 $V_g$ にほぼ一致するように制御されているときの電磁バルブの駆動モードの変化を示すタイミングチャートである。

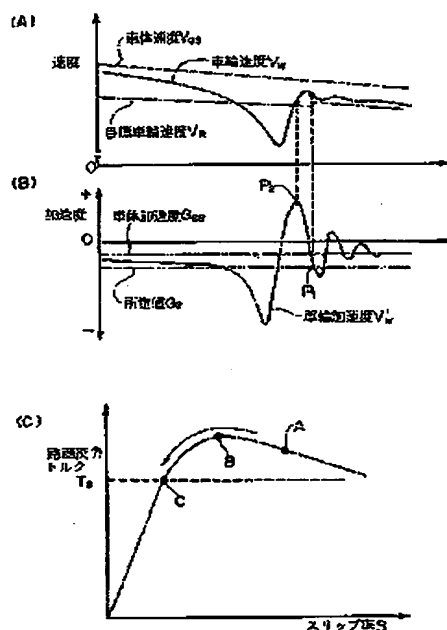
【符号の説明】

- 10 制動装置
- 16 マスタシリンダ
- 18 電磁バルブ
- 20 ホイールシリンダ
- 24 コントローラ
- 36 車輪速度センサ
- 38 対地車速センサ

【図1】



【図2】

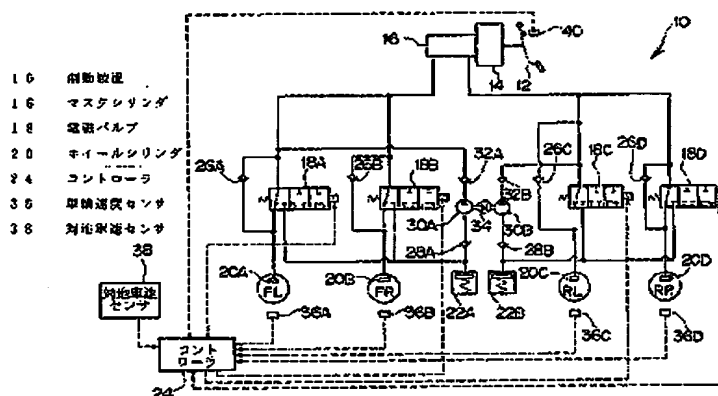




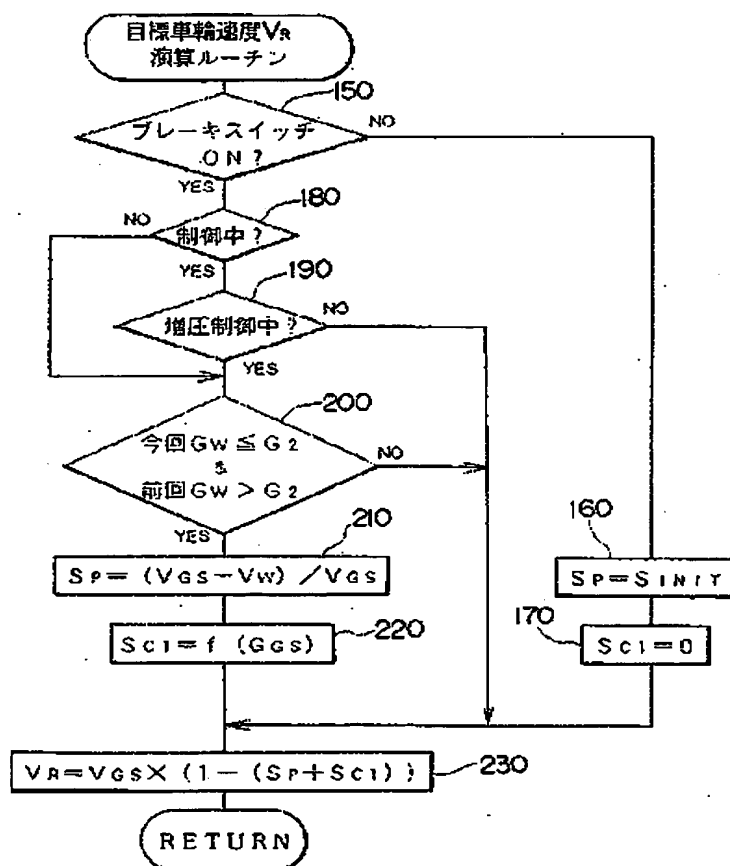
(14)

特開平7-165053

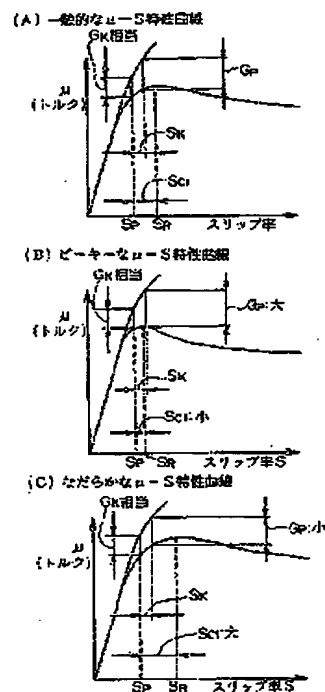
【図3】



【図5】



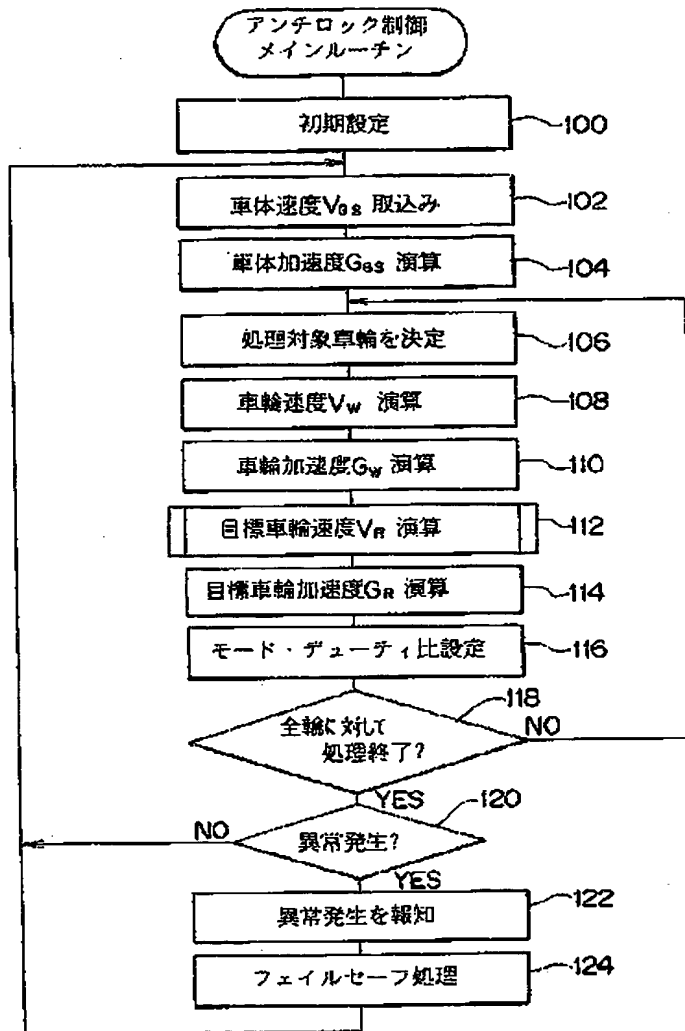
【図9】



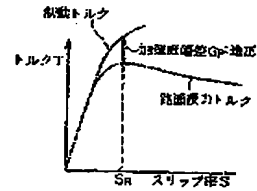
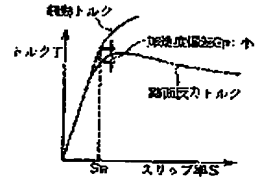
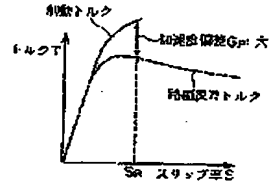
(15)

特開平7-165053

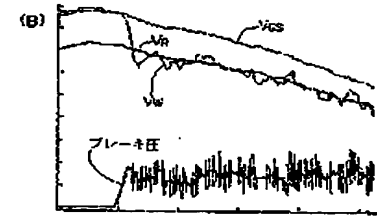
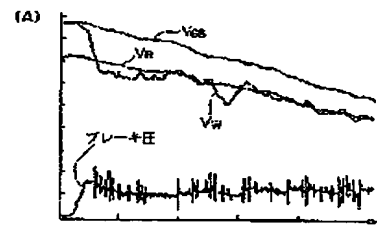
【図4】



【図12】

(A) 目標スリップ率 $S_R$ が適正の場合(B) 目標スリップ率 $S_R$ が過小の場合(C) 目標スリップ率 $S_R$ が過大の場合

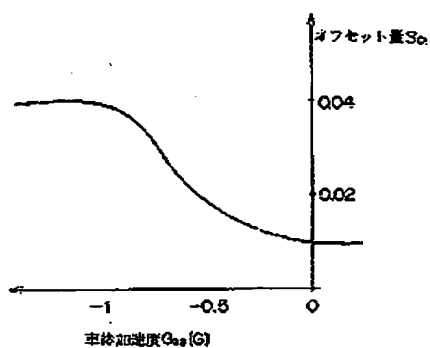
【図17】



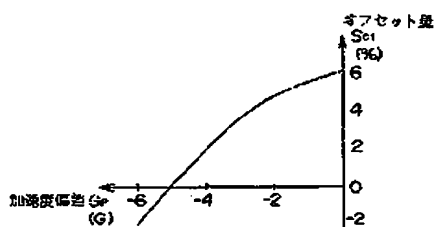
(16)

特開平7-165053

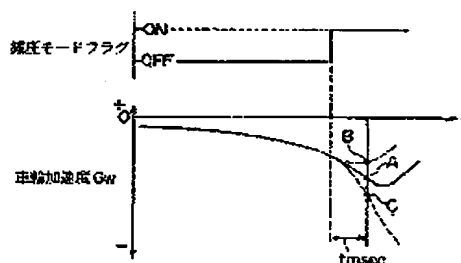
【図6】



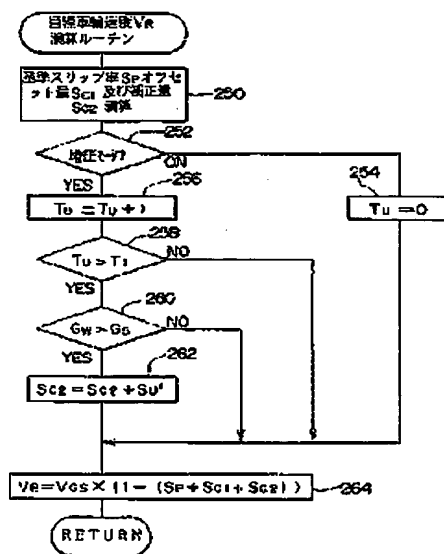
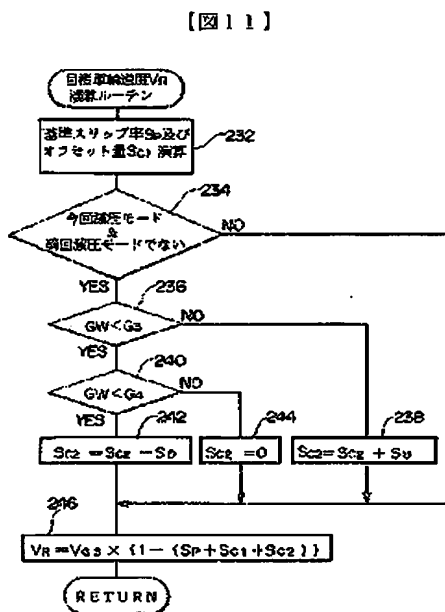
【図8】



【図13】



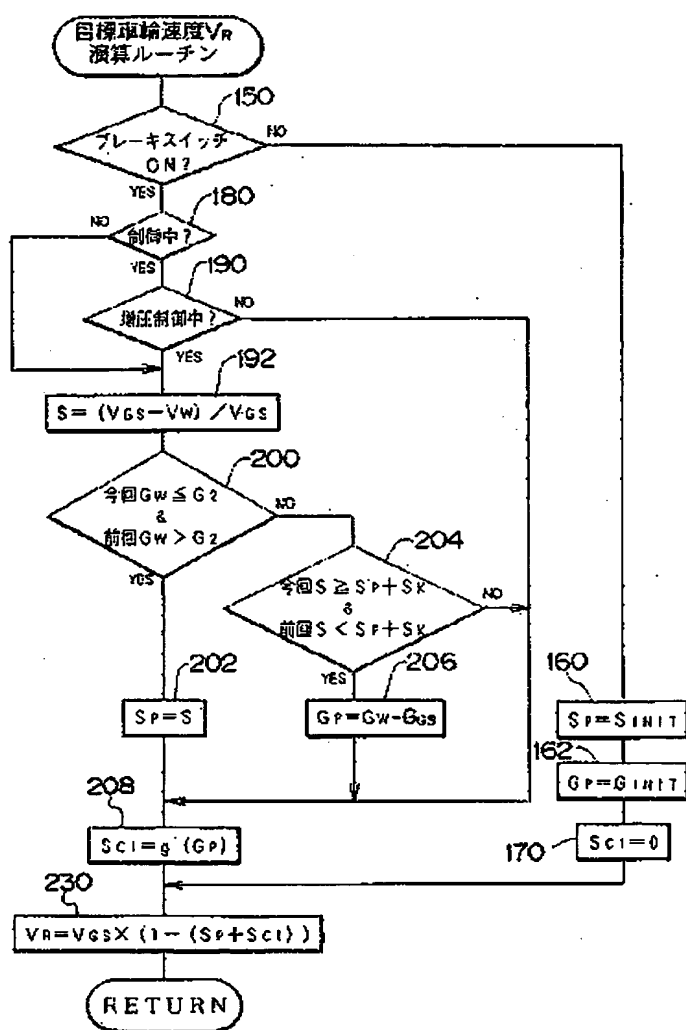
【図14】



(17)

特開平7-165053

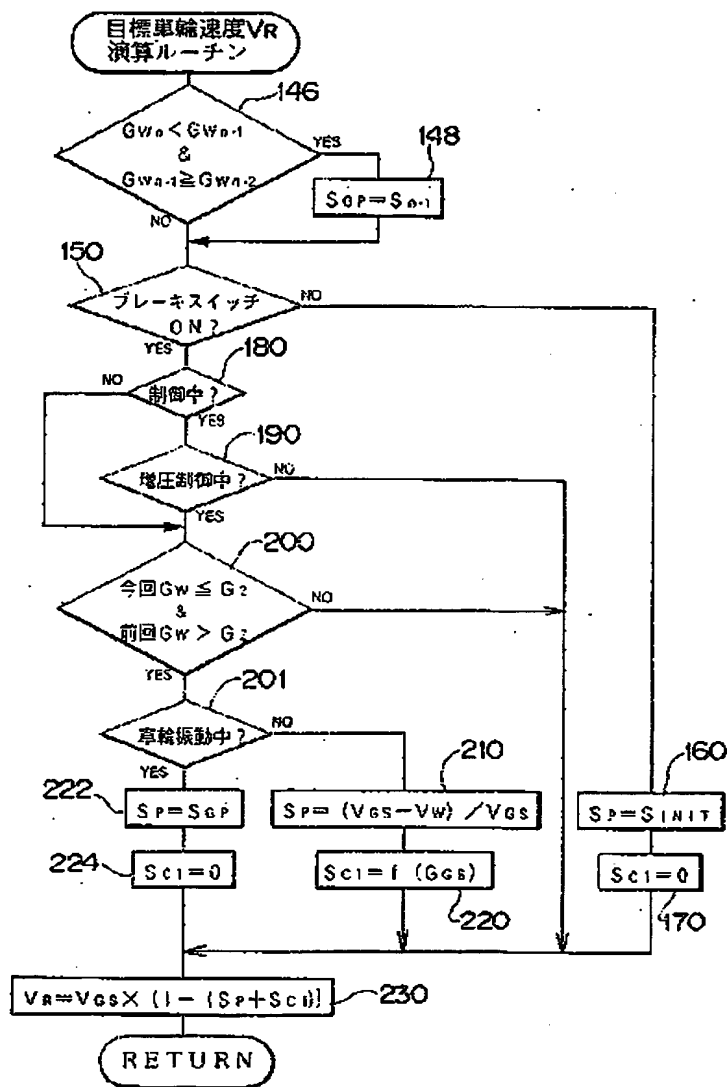
【図7】



(18)

特開平7-165053

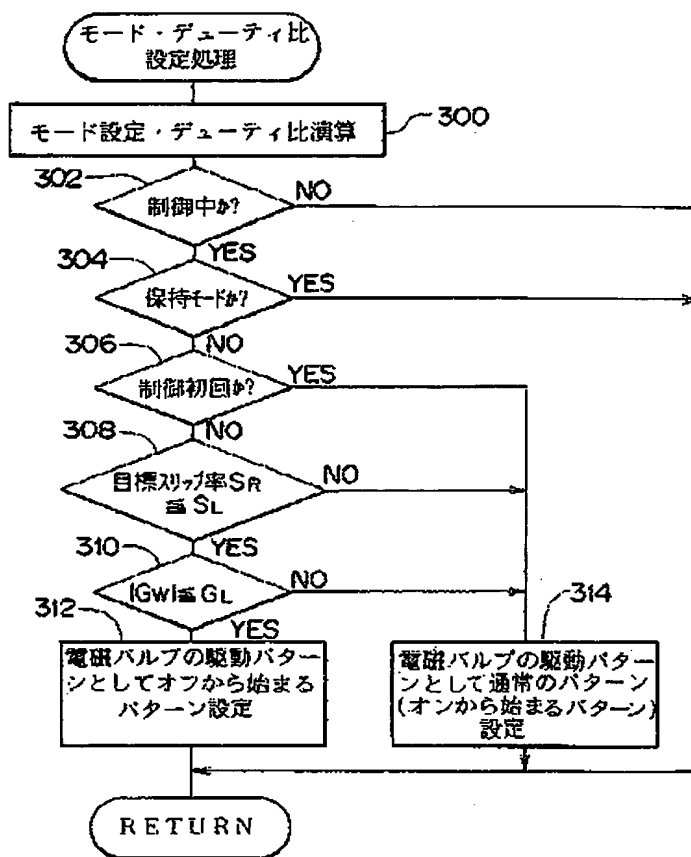
【図10】



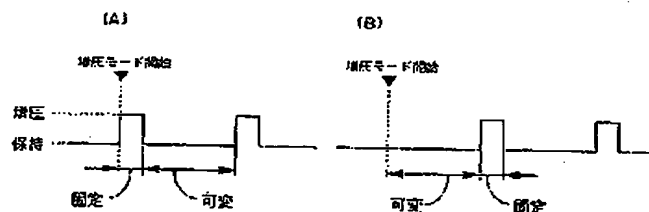
(19)

特開平7-165053

【図15】



【図16】



(20)

特開平7-165053

【図18】

